

УДК 621.52

В.І. Юрковець, аспірант гр. ПБ-01ф, к.т.н., доц. С.П. Вислоух
КПІ ім. Ігоря Сікорського

АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО СКЛАДАННЯ ДЕТАЛЕЙ

Анотація. В статті виконано аналіз процесу складання. Запропоновано критерії вибору методів адаптації розташування деталей, що з'єднуються при автоматизованому складанні. Визначено рівні деталізації математичних моделей методів адаптації, для кожного з яких встановлено показники ефективності. Наведено приклади визначення величини запропонованих критеріїв.

Ключові слова: автоматизоване складання, орієнтація деталі, кутова поєднання, адаптуючий пристрій,

ВСТУП

В автоматизованому виробництві важливу роль відіграє оптимізація технологічного процесу з метою підвищення показників швидкодії, надійності та ефективності складання деталей.

Вагому увагу треба приділяти ефективному застосуванню методів адаптації розташування деталей при автоматизованому складанні, яка визначається результатами керування рухом з'єднувальної деталі.

Оцінка ефективності керування суміщенням з'єднуваних поверхонь може бути виконана за наступними показниками: початкова неузгодженість поверхонь, що з'єднуються, при якому забезпечується надійне поєднання поверхонь; час, що необхідний на адаптацію з'єднувальної деталі; похибка приведення з'єднувальної деталі в узгоджений стан.

Ці показники дозволяють оцінити ефективність автоматизованого суміщення деталей тільки для конкретних засобів адаптації. В той же час, на ранніх стадіях проектування при виборі методу адаптації необхідно виконувати порівняння очікуваної ефективності методів поєднання. Тому доцільно розглянути можливість введення критеріїв порівняння методів адаптації на різних рівнях узагальнення при їх описі.

АДАПТАЦІЯ З'ЄДНУВАНИХ ДЕТАЛЕЙ

Найбільш загальний опис методів керування орієнтацією з'єднувальної деталі отримано у вигляді цільових функцій [1]. Такий опис дозволяє абстрагуватися від цілого ряду параметрів, формалізувати при цьому єдиний найбільш важливий показник методу – алгоритм поєднання поверхонь, що сполучаються.

Процес адаптації розташування з'єднувальної деталі при автоматизованому складанні для більшості модулів з'єднань може бути розділений в просторі і в часу на два етапи [2]:

- попередня (відносна) орієнтація деталі при русі першої ділянки програмної траєкторії, що забезпечує поєднання початку рухомої системи координат, яка пов'язана зі з'єднувальною деталлю, з початком базової системи координат;

- заключна (кутова) орієнтація деталі при русі по другій ділянці програмної траєкторії, що забезпечує автоматизоване суміщення модулів базових поверхонь деталей.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ АДАПТАЦІЇ

На початковій ділянці програмної траєкторії суміщення деталей, вважаємо, що координатами адаптації є лінійні зміщення системи координат, яка пов'язана зі з'єднувальною деталлю, щодо програмної траєкторії. Позначимо радіус-вектор, що з'єднує початок системи координат з початком пов'язаної рухомої системи координат, $\bar{q}(t)$, а радіус-вектор, що з'єднує початок нерухомої системи координат з точкою програмної траєкторії, - $\bar{q}_F(t)$ (рис. 1) [2]. В другому випадку рухомих систем координат може бути кілька і радіус-вектор треба відносити до кожної з них.

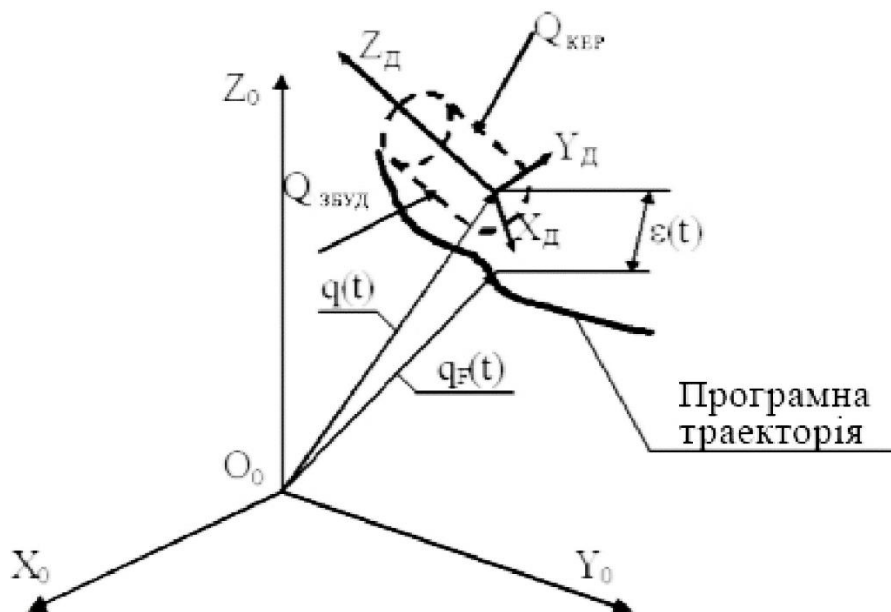


Рис.1 Схема переміщення з'єднувальної деталі на першому етапі адаптації.

Неузгодженість між цими векторами в даний момент часу характеризується величиною ε . Для досягнення мети першого етапу руху з'єднувальної деталі можливі різні варіанти керування станом початку системи координат $X_d Y_d Z_d$. При цьому має формуватися керуючий вплив $\bar{Q}_{кер}$, що враховує програмне і дійсне значення координат. Відхилення від програмного руху пов'язані з дією збуджувальних факторів $\bar{Q}_{збуд}$.

Керування на другому етапі – кутове поєднання поверхонь, що сполучаються, тому координатами адаптації є кути повороту з'єднувальної деталі. Особливістю управління на цьому етапі треба вважати відсутність конкретної програмної траєкторії. На другому етапі адаптації рух деталі може здійснюватися за будь-якій множині траєкторій, що відповідають умові [2]

$$\Theta_i(t) \leq \theta_i(t), T_1 \leq t \leq T, \quad (1)$$

де $\Theta_i(t)$ – поточне значення i -ї координати адаптації в момент часу t ;

$\theta_i(t)$ – граничне значення i -ї координати адаптації в момент часу t .

Схема переміщення з'єднувальної деталі на другому етапі адаптації наведена на рисунку 2. Координатами адаптації тут є кутові координати $\Theta_1, \Theta_2, \Theta_3$.

Переміщення з'єднувальної деталі здійснюється по одній з програмних траєкторій, що розташовані всередині поверхні Σ . В процесі переміщення система координат $X_d Y_d Z_d$, що пов'язана зі з'єднувальною деталлю 1, змінює кутові положення відповідно до наведених умов. Граничні розташування осі Z_d для моментів часу $t_{j-1} < t_j < t_n$ позначено відповідно до Z_{j-1}, Z_j, Z_n . Лінійна неузгодженість систем координат $X_d Y_d Z_d$ і $X_0 Y_0 Z_0$, що пов'язана з базовою деталлю 2, в момент часу T_1 не повинна перевищувати величини Δ , яка визначається умовами складання.

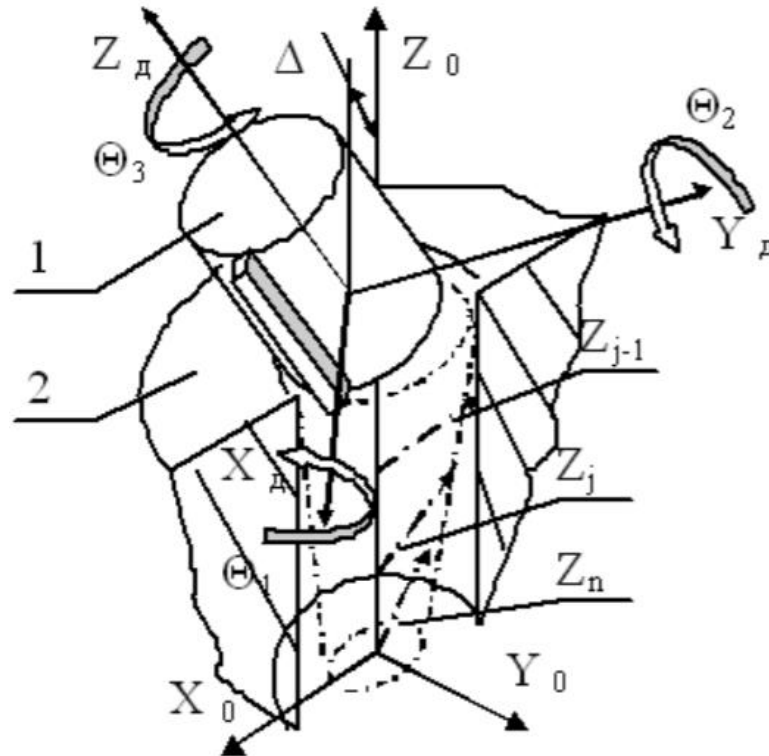


Рис. 2. Схема переміщення з'єднувальної деталі на другому етапі адаптації.

Оскільки алгоритм поєднання визначається видом програмної траєкторії руху деталі, як критерії для порівняння алгоритмів суміщення можуть бути запропоновані характеристики програмних траєкторій. До них відносяться:

– відношення координат адаптації k до керованих координат l [2]:

$$\chi_{11} = \frac{k}{l}; \quad (2)$$

– відношення габаритного розміру деталі r_d до довжини керованого переміщення R [2]:

$$\chi_{12} = \frac{r_d}{R}. \quad (3)$$

При цьому оцінки застосовності того чи іншого методу будуть носити наближений характер, що вимагає подальшого уточнення в процесі деталізації в описі методу.

Другим рівнем деталізації методу суміщення вважають розробку структурних схем механізмів адаптації, що реалізують спосіб керування рухом

деталі. Основна увага при цьому приділяється структурі зворотних зв'язків, тому що саме вони забезпечують динамічні і метрологічні характеристики пристрою. Тому основним показником, що визначає можливість замикання зворотних зв'язків, є керованість пристрою, що виражається найменшим значенням власної частоти пристрою за координатами адаптації [3]:

$$\chi_{21} = \min(\omega_{0i}) \quad (4)$$

Додатковим показником, що дозволяє оцінити можливість зміни параметрів зворотного зв'язку в необхідних межах для формування пошукових режимів роботи пристрою, є похідна змінної власної частоти по вхідному параметру пристрою S_{ex} [3]:

$$\chi_{22} = \frac{\partial \omega_0}{\partial S_{ex}} \quad (5)$$

Ці показники дозволяють оцінити динаміку зміни характеристик зворотних зв'язків в залежності від зміни вхідних змінних.

Третій рівень деталізації – це вибір елементів структурної схеми, тобто конструктивне опрацювання способу суміщення. З урахуванням основних функцій засобів адаптації його конструктивний варіант повинен включати такі структурні компоненти: базову установчу поверхню; пов'язану установчу поверхню; переміщуваний елемент.

Для визначення характеру зв'язків доцільно використовувати відношення жорсткості конструктивних елементів настановної поверхні до наведеної жорсткості переміщуваного елемента, що включає і жорсткість з'єднувальної деталі [4]:

$$\chi_{31} = \frac{C_{вст}}{C_{пер}} \quad (6)$$

де $C_{вст}$ – жорсткість елементів настановної поверхні; $C_{пер}$ – приведена жорсткість переміщуваного елемента.

При значеннях $\chi_{31} \geq 1$ зв'язки, що реалізовані установочними, матимуть обмежувальний характер. При значеннях $\chi_{31} \leq 1$ зв'язки носять орієнтуючий характер. Розглянемо відносне переміщення з'єднувальної деталі за координатами адаптації [4]:

$$\chi_{32} = \frac{r}{S} \quad (7)$$

де r – переміщення деталі по координаті адаптації; S – переміщення робочого органу складальної системи.

При $\chi_{32} \geq 1$ перетворювач ефективно забезпечує закон переміщення з'єднувальної деталі, при $\chi_{32} \leq 1$ перетворювальний зв'язок неефективний. Критерії для порівняння методів і засобів адаптації наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Критерії для порівняння методів і засобів адаптації

№	Етап розробки (рівень деталізації)	Критерії для порівняння
1	Вибір методу суміщення (метод управління рухом з'єднувальної деталі)	Параметри програмної траєкторії χ_{11}, χ_{12}
2	Вибір способу поєднання (розробка структурної схеми пристрою)	Показники керованості χ_{21}, χ_{22}
3	Вибір елементної бази (розробка конструктивних варіантів пристрою)	Характеристики структурних компонентів χ_{31}, χ_{32}

ВИСНОВКИ

На основі аналізу критеріїв ефективності методів і засобів автоматизованого складання деталей, можна встановити оптимальний метод адаптації розташування деталей при автоматизованому складанні тим самим оптимізувати процес складання деталей.

Запропоновані показники ефективності автоматизованого складання деталей дозволяють дати об'єктивну оцінку засобів автоматизації складальних операцій на різних стадіях їх розробки, розпочинаючи з вибору методу автоматизованого суміщення деталей. Дані критерії можуть бути використані для визначення оптимального методу адаптації деталі в процесі автоматизованого складання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Житников, Ю.З. Обоснование эффективных методов и средств адаптации для автоматизации сборочных операций / Ю.З. Житников, Б.Ю. Житников, А.Л. Симаков // Конструкторско-технологическая информатика. – М.: Станкин, 2000. – С. 190-192.
- [2] Симаков, А.Л. Согласование этапов ориентации присоединяемой детали при движении по поисковой программной траектории совмещения / А. Л. Симаков, Д. А. Симаков // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2009. – С. 20-22.
- [3] Комарова Т.В. Моделирование и оптимизация технологических систем: Учеб. Пособие; Нижегород. гос. техн. ун-т. – Н.Новгород, 1999. – 227 с.
- [4] Симаков, А.Л. Обоснование выбора кинематической схемы устройства пассивной адаптации и ее конструктивная реализация / А.Л. Симаков, О.Н. Кабаева // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2007. – С. 20-25.